

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-299529

(43)Date of publication of application : 10.11.1998

(51)Int.Cl.

F02D 29/02
G01N 19/02
G06F 17/00

(21)Application number : 09-111335

(71)Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP

(22)Date of filing : 28.04.1997

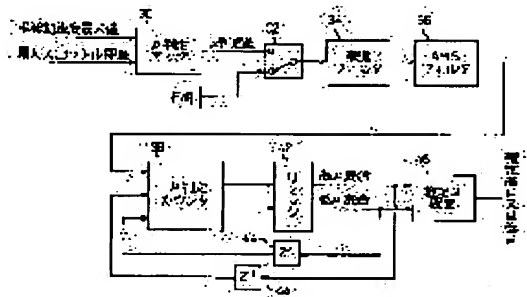
(72)Inventor : YOKOSHIMA KATSUHIKO

(54) ROAD SURFACE FRICTION COEFFICIENT ESTIMATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a road surface friction coefficient estimating device whereby from detected wheel acceleration, a road surface friction coefficient can be surely estimated, and reliability of the estimated road surface friction coefficient can be ensured.

SOLUTION: In a road surface friction coefficient estimating device applied for an automobile, from a detected speed of a drive wheel, wheel acceleration is calculated, in a decision block 30, based on a maximum value of the wheel acceleration and detected maximum throttle opening, a decision value is decided in a map. In a decision block 46, based on a high or low degree decided from the decision value, estimation is decided. Further, when the decision value is an ambiguous value, in a decision counter 38, a value of high or low degree is adjusted, the same ambiguous value is input by a plurality of times continued, when a value of high or low degree respectively leads to 5, estimation is decided in the decision block 46, the final estimation result is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3196686

[Date of registration] 08.06.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A wheel speed detection means to detect and output wheel speed, and a wheel acceleration operation means to calculate said wheel speed empty vehicle ring acceleration, A wheel acceleration maximum output means to detect and output the maximum of the wheel acceleration calculated with said wheel acceleration operation means, When it is in a throttle opening detection means to detect and output the throttle opening of a car, and the start condition that said car includes the time of start and the maximum of said wheel acceleration is outputted from said wheel acceleration maximum output means, When maximum already exists in the throttle opening detected with said throttle opening detection means at this output event, that maximum A maximum throttle opening detection means to output the throttle opening detected at said output event when said maximum did not exist as a maximum throttle opening, Road surface coefficient-of-friction presumption equipment characterized by providing a presumed means to presume road surface coefficient of friction based on the maximum and said maximum throttle opening of said wheel acceleration.

[Claim 2] Said presumed means is road surface coefficient-of-friction presumption equipment according to claim 1 which characterizes the presumption as a multiple-times repeat, and is characterized by presuming road surface coefficient of friction eventually when the maximum and said maximum throttle opening of said wheel acceleration presume said road surface coefficient of friction and it is in an ambiguous field.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention presumes coefficient of friction of the road surface a car runs, and relates to the road surface coefficient-of-friction presumption equipment which can grasp the situation of a road surface exactly.

[0002]

[A related background technique] As an example relevant to this kind of road surface coefficient-of-friction presumption equipment, the traction control unit of the car which presumes road surface coefficient of friction and prevents a slip of a driving wheel is indicated by JP,4-55158,A at the time of start of a car. If it is in this well-known traction control unit and the acceleration of the detected driving wheel becomes beyond a predetermined value when a slip arises in a driving wheel at the time of start of a car, road surface coefficient of friction is presumed based on the engine output state. Moreover, the target slip value for traction control is set up from presumed road surface coefficient of friction, and a slip of a driving wheel is controlled by this traction control unit based on this target slip value.

[0003] Therefore, according to this traction control unit, it is thought from the amount of slips of the wheel to driving force at the time of start of a car that coefficient of friction between a road surface and a wheel is correctly computable. Moreover, according to this traction control device, according to coefficient of friction of the computed road surface, an engine output and damping force are controlled appropriately, and are considered as the driving force of a car not becoming excessive.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, it cannot be said that the amount of slips generated in a driving wheel when a car departs with comparatively small driving force, since presumption of road surface coefficient of friction is not performed if it is in the well-known traction control unit mentioned above and the acceleration of a driving wheel does not become beyond a predetermined value is also small, and presumption of road surface coefficient of friction is ensured in such a situation.

[0005] Irrespective of the amount of slips of a wheel, the place which this invention was made based on the situation mentioned above, and is made into that object can presume road surface coefficient of friction certainly, and is to offer the road surface coefficient-of-friction presumption equipment which can moreover secure the dependability of presumed road surface coefficient of friction.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, the road surface coefficient-of-friction presumption equipment of claim 1 A wheel speed detection means to detect and output wheel speed, and a wheel acceleration operation means to calculate wheel speed empty vehicle ring acceleration, A wheel acceleration maximum output means to detect and output the maximum of the wheel acceleration calculated with the wheel acceleration operation means, When it is in a throttle opening detection means to detect and output the throttle opening of a car, and the start condition that a car includes the time of start and the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

maximum of wheel acceleration maximum output means empty vehicle ring acceleration is outputted, When maximum already exists in the throttle opening detected with the throttle opening detection means at this output event, that maximum When the maximum does not exist, it has a maximum throttle opening detection means to output the throttle opening detected at the output event as a maximum throttle opening, and a presumed means to presume road surface coefficient of friction based on the maximum and said maximum throttle opening of wheel acceleration.

[0007] When a car is in a substantial start condition including the time of start according to the road surface coefficient-of-friction presumption equipment of claim 1, the maximum and the maximum throttle opening of wheel acceleration are detected, respectively. In the start condition of a car, the maximum and the maximum throttle opening of these wheels acceleration have the characteristic relation according to the road surface coefficient of friction, therefore presumption of road surface coefficient of friction of them is attained based on the maximum and the maximum throttle opening of wheel acceleration.

[0008] Moreover, the presumed means of the road surface coefficient-of-friction presumption equipment in claim 2 is a multiple-times repeat and the thing which presumes road surface coefficient of friction eventually about the presumption, when the maximum and said maximum throttle opening of said wheel acceleration presume said road surface coefficient of friction and it is in an ambiguous field. In this case, the dependability of presumed road surface coefficient of friction improves.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to a drawing, the example of road surface coefficient-of-friction presumption equipment is explained to a detail. Reference of drawing 1 shows procedure until it outputs wheel acceleration and a throttle opening with the block diagram. It is applied to the automobile, and the rotational frequency 2 of a wheel, i.e., the wheel speed sensor which detects wheel speed, is formed in the driving wheel of a car, and, as for this road surface coefficient-of-friction presumption equipment, the throttle opening sensor 4 which detects a throttle opening from a pedal travel is formed in the accelerator pedal.

[0010] Input process of the sensor signal from these wheel speed sensor 2 and the throttle opening sensor 4 is first carried out with the input-process block 6, respectively. In more detail, the conversion, passing speed, i.e., wheel speed, from the rotational frequency is made for every driving wheel, and the rotational frequency signal from the wheel speed sensor 2 is outputted as a wheel speed signal of each driving wheel. Moreover, A/D conversion of the throttle opening signal from the throttle opening sensor 4 is carried out, and it is outputted.

[0011] With the following filter 8, filtering of each sensor signal [finishing / input process] is carried out. In addition, the primary low pass filter of a recursive mold is used here. With the operation block 10, the wheel acceleration A_{fw} is computed by carrying out differential data processing of the wheel speed VW of each driving wheel. As for the wheel acceleration A_{fw} outputted from the operation block 10, filtering is again performed with a filter 12.

[0012] And the wheel acceleration A_w by which filtering was carried out with the filter 12 is outputted with the throttle opening [finishing / filtering] A_s . Reference of drawing 2 shows the configuration of the detector which detects the maximum and the maximum throttle opening of wheel acceleration, respectively, and outputs them with the block diagram. In this detector, among the wheel acceleration and the throttle openings which are inputted, after the average value of the wheel acceleration of all driving wheels is computed with the operation block 13, as for wheel acceleration, that average value is supplied to the judgment block 14 as wheel acceleration A_w . In addition, the throttle opening A_s is supplied to the judgment block 16 as it is. And the wheel acceleration A_w and the throttle opening A_s are being outputted as the wheel acceleration maximum mentioned later and a maximum throttle opening respectively through two switches 18a and 20a and Switches 18b and 20b, respectively, after processing with these judgment blocks 14 and 16 is performed.

[0013] In more detail, both the wheel acceleration A_w and throttle openings A_s that were detected set a fixed time interval, and a sequential input is carried out in a detector. So, this detector operates synchronizing with the input period of these wheels acceleration A_w and the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

throttle opening A_s , and the operation block 13, the judgment blocks 14 and 16, Switches 18a and 18b, and Switches 20a and 20b all operate by a unit of 1 time to 1 actuation period of a detector, respectively. That is, the operation block 13 performs data processing for every actuation period of a detector, and supplies the average value of wheel acceleration to the judgment block 14 each time. Each judgment blocks 14 and 16 perform judgment processing for every actuation period of a detector, and output the result each time. Moreover, with Switches 18a and 18b and Switches 20a and 20b, one of change-over locations is chosen for every actuation period of a detector each time. In addition, each switches 18a and 18b and Switches 20a and 20b can be switched to ON or an off position, respectively.

[0014] While each sampling operator 22 reads the output from the switches 18a and 18b in an actuation period at each time and holds the output between 1 actuation periods, he supplies the judgment blocks 14 and 16 at the time of initiation of a next actuation period. Therefore, a value can be supplied to the judgment blocks 14 and 16 last time which was outputted through such a sampling operator 22 from the output 14 from the last switches 18a and 18b, i.e., a judgment block, and 16 self.

[0015] Even if neither wheel acceleration nor a throttle opening is detected but a detector is operating in this case at the time of a stop of a car, the wheel acceleration $A_w(n)$ and the throttle opening $A_s(n)$ are not inputted into the judgment blocks 14 and 16. Therefore, judgment processing in each judgment blocks 14 and 16 is not performed, and the wheel acceleration $A_{wp}(n)$ and the throttle opening $A_{sp}(n)$ as a judgment result are not outputted from these judgment blocks 14 and 16.

[0016] From the judgment blocks 14 and 16, when there is no output, Switches 18a and 18b are in the change-over location of a graphic display, i.e., an off condition. Therefore, the initial value (= 0) outputted from Switches 18a and 18b is held at the sampling operator 22 at the time of a stop of a car. In addition, since the value is not held last time at the sampling operator 22 at this event, a value is not supplied to the judgment blocks 14 and 16 last time [that] from the sampling operator 22.

[0017] In the idle state of a car, a value (= initial value) is given to the judgment blocks 14 and 16 as a throttle opening $A_{sp}(n-1)$ the wheel acceleration $A_{wp}(n-1)$ and last time last time last time which was held by the sampling operator 22 the actuation period of the next time in a detector, respectively. Then, if a car departs and wheel acceleration and a throttle opening are detected, the wheel acceleration $A_w(n)$ and the throttle opening $A_s(n)$ will be inputted into the judgment blocks 14 and 16, respectively.

[0018] At this time, the wheel acceleration $A_{wp}(n-1)$ (= initial value) is compared last time with this wheel acceleration $A_w(n)$ by the judgment block 14. At this event, as for this wheel acceleration $A_w(n)$, the value of the wheel acceleration $A_w(n)$ detected against the wheel acceleration $A_{wp}(n)$ this time is assigned rather than the wheel acceleration $A_{wp}(n-1)$ last time this time which the criteria of $A_w(n) \geq A_{wp}(n-1)$ are satisfied, and is outputted as a judgment result of the judgment block 14 since it is size.

[0019] If the wheel acceleration $A_{wp}(n)$ is outputted as a result of [from the judgment block 14] a judgment (i.e., this time), the condition of ON is chosen as this change-over location of switch 18a, and switch 18a will be switching from the location of a graphic display, and will output the wheel acceleration $A_w(n)$ to switch 20 this time. Moreover, the value of the wheel acceleration $A_{wp}(n)$ is held to a next actuation period this time which is outputted from switch 18a at the sampling operator 22. In addition, while there is an output at each time from judgment block 18a, switch 18a is always maintained by the ON state.

[0020] then, the detected wheel acceleration $A_w(n)$ that it is last time [which is the sampling operator's 22 output] the same as the wheel acceleration $A_{wp}(n-1)$, or size from the wheel acceleration $A_{wp}(n-1)$ last time Since the criteria of $A_w(n) \geq A_{wp}(n-1)$ are always satisfied in the judgment block 14, from the judgment block 14, the value of the detected wheel acceleration $A_w(n)$ is outputted as wheel acceleration $A_{wp}(n)$ this time. Therefore, the wheel acceleration $A_w(n)$ detected in the meantime will newly be supplied to switch 20a through switch 18a.

[0021] On the other hand, if the detected wheel acceleration $A_w(n)$ decreases after this, since the criteria of $A_w(n) < A_{wp}(n-1)$ will be satisfied in the judgment block 14, the value of the wheel

THIS PAGE BLANK (USPTO)

acceleration $A_{wp}(n-1)$ will be assigned to the wheel acceleration $A_{wp}(n)$ last time this time which is the output of the judgment block 14. That is, if the value of the wheel acceleration $A_w(n)$ detected this time is beyond a value of the wheel acceleration $A_{wp}(n-1)$ outputted last time, the judgment block 14 The value of the detected wheel acceleration $A_w(n)$ is outputted as a judgment result, and rather than the wheel acceleration $A_{wp}(n-1)$ which the value of the wheel acceleration $A_w(n)$ detected this time outputted last time, if it is smallness, the value of the wheel acceleration $A_{wp}(n-1)$ outputted last time will be outputted as it is.

[0022] In the meantime, since switch 18a is always in the condition of ON, the maximum of the beginning of the wheel acceleration A_w after start of a car (n) is held at switch 20a. On the other hand, if this throttle opening $A_s(n)$ is similarly inputted with the judgment block 16 When the throttle opening $A_{sp}(n-1)$ is measured this throttle opening $A_s(n)$ and last time and the criteria of $A_s(n) \geq A_{sp}(n-1)$ are satisfied, The value of the throttle opening $A_s(n)$ detected as a throttle opening $A_{sp}(n)$ from the judgment block 16 this time is outputted. On the other hand, if the criteria of $A_s(n) < A_{sp}(n-1)$ are satisfied, the value of the throttle opening $A_{sp}(n)$ will serve as the throttle opening $A_{sp}(n-1)$ last time this time which is outputted from the judgment block 16. Thus, if it is in the situation that the throttle opening $A_{sp}(n)$ is outputted as a judgment result from the judgment block 16 Switch 18b is switched from the location of a graphic display like the case of switch 18a mentioned above. As a result of always being maintained by the condition of ON, the throttle opening A_{sp} from the judgment block 16 (n) is supplied to switch 20b through switch 18b. To this switch 20b The maximum of the beginning of the detected throttle opening A_s after start of a car (n) can be held.

[0023] Moreover, Switches 18a and 18b are compulsorily returned to the off position of a graphic display at the time 14 and 16 of a stop of a car, i.e., judgment blocks, in response to supply of not only when there is no output of a judgment result, but a reset signal, respectively, and the reset signal is outputted from OR circuit 24. An OR circuit supplies a reset signal to Switches 18a and 18b, respectively, when it is filled any of the input condition they are. Here, the input conditions of OR circuit 24 are three conditions of whether the driving force F_x of whether the absolute value of the lateral acceleration G_Y generated [whether the absolute value of the handle angle T_a is over 5 degrees and] on a car is over 0.15 times of gravitational acceleration and a car is zero or less. If it is in the situation that it is filled any of the input condition mentioned above they are, since presumption of road surface coefficient of friction mentioned later is impossible, if it is in the situation, it is returning Switches 18a and 18b to the change-over location of a graphic display in the meantime, and the maximum of the wheel acceleration used for presumption of road surface coefficient of friction and the detection of the maximum throttle opening itself are stopped. In addition, if all input conditions of OR circuit 24 mentioned above from such a situation are no longer fulfilled, Switches 18a and 18b will be switched based on the existence of the output from the judgment blocks 14 and 16 mentioned above.

[0024] On the other hand, Switches 20a and 20b are switched from the location of a graphic display in response to supply of the change-over signal from the judgment block 26, and output the wheel acceleration $A_{wp}(n)$ and the throttle opening $A_{sp}(n)$ which are carrying out current maintenance at this change-over event as wheel acceleration maximum and a maximum throttle opening, respectively. The wheel acceleration $A_{wp}(n-1)$ is supplied to the judgment block 26 the wheel acceleration $A_w(n)$ detected this time and last time in more detail. Here When the wheel acceleration $A_{wp}(n-1)$ is measured with this wheel acceleration $A_w(n)$ last time and this wheel acceleration $A_w(n)$ falls 0.5% or more from the wheel acceleration $A_{wp}(n-1)$ last time, That is, when the criteria of $A_w(n) \leq A_{wp}(n-1) - (1-5/1000)$ are satisfied, a change-over signal is outputted to Switches 20a and 20b from the judgment block 26, respectively. Switches 20a and 20b are switched from the location of a graphic display, when a change-over signal is received from the judgment block 26.

[0025] Next, if drawing 5 is referred to from drawing 3, time amount change of the throttle opening to the various treading-in gestalten of an accelerator pedal is shown, respectively at the time of start of a car. First, an example of the time amount change in the wheel acceleration in the situation of getting into the accelerator pedal at a fixed rate is shown in drawing 3, and the peak of wheel acceleration has occurred at time of day T_1 here. In addition, lifting of the wheel

THIS PAGE BLANK (USPTO)

acceleration to treading in of an accelerator pedal as shown in drawing 3 shows lifting of the wheel acceleration on the appearance by racing of the wheel at the time of start, i.e., the increment in the amount of slips of a wheel. Then, as for this, a tire recovers a grip gradually by wheel acceleration decreasing gradually, even if a throttle opening goes up further, and decreasing gradually [a slip of a wheel] is shown. The case in the wheel acceleration change property of drawing 3 , from the judgment circuit 26 shown in drawing 2 , a change-over signal is outputted to time of day T1 and **** time of day, and Switches 20a and 20b are switched, respectively. Consequently, from switch 20a, the wheel acceleration Awp (n) currently held is outputted as wheel acceleration maximum Aw1, and, on the other hand, the throttle opening Asp in that event (n) is outputted as a maximum throttle opening As1 from switch 20b.

[0026] Next, if drawing 4 is referred to, after getting into an accelerator pedal at a fixed rate, an example of the time amount change in the wheel acceleration in the situation maintained by the treading in is shown. Here, the peak has occurred also against wheel acceleration in the time of day T2 when the throttle opening greeted the peak, and **** time of day. Since a throttle opening is uniformly held after wheel acceleration reaches a peak if it is in the change property of such wheel acceleration, it is shown that the slip of a tire was suppressed and the grip is recovered. In this case, from the judgment circuit 26 of drawing 2 , a change-over signal is outputted to time of day T2 and **** time of day, and Switches 20a and 20b are switched. Therefore, also in this case, from switch 20a and b, the wheel acceleration Awp (n) currently held is outputted as wheel acceleration maximum Aw2, and, on the other hand, the throttle opening Asp in that event (n) is outputted as a maximum throttle opening As2 from switch 20b.

[0027] And if drawing 5 is referred to, once it gets into an accelerator pedal, an example of the time amount change in the wheel acceleration in the situation that the treading in was returned to some extent is shown. Here, it shifted between the peak time of day of a throttle opening, and the peak time of day of wheel acceleration, that is, time difference has arisen. This is behind in the standup of driving force to treading in of an accelerator pedal, and, for this reason, shows that the peak of wheel acceleration is also generated behind time. In this case, the judgment block 26 shown in drawing 2 outputs a change-over signal at time-of-day T3 and **** time of day, and switches Switches 20a and 20b, respectively. In this case, switch 20a outputs the wheel acceleration Awp (n) currently held as wheel acceleration maximum Aw3, and, on the other hand, switch 20b outputs not the throttle opening As3 in that event but the throttle opening Asp (n) obtained in time-of-day T four before time-of-day T3 as a maximum throttle opening As4.

[0028] When maximum already exists in a throttle opening at this event, that maximum is outputted, and when maximum does not exist in a throttle opening, as for the detector shown in drawing 2 as mentioned above, the throttle opening in this event is outputted at the same time wheel acceleration maximum is outputted irrespective of the treading-in gestalt of an accelerator pedal, when the maximum of wheel acceleration is detected after start of a car. That is, with the output of the maximum throttle opening, the maximum of the throttle opening in the period of the output event of the start empty vehicle ring acceleration maximum of a car will be outputted as a maximum throttle opening.

[0029] Reference of drawing 6 shows the configuration of the presumed circuit which presumes road surface coefficient of friction with the block diagram based on the wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening which were outputted from the detector. First, wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening are inputted into the judgment block 30, respectively. In the judgment block 30, it refers to mu judging map on which wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening are shown in drawing 7 , and the height (high [mu] or low [mu]) of road surface coefficient of friction is judged based on this mu judging map.

[0030] More in detail, if it is in the situations at the time of start of a car etc., a throttle opening and wheel acceleration show the property of a proper to a road surface mu from relation with the friction property of a tire. That is, the inclination which wheel acceleration increases [as opposed to / if it is in a low / , such as a hardened snow way, / mu way although it is in the inclination which wheel acceleration also increases as the continuous line in drawing 8 shows and follows the increment in a throttle opening mostly, if it is in a high / , such as an asphalt way, /

THIS PAGE BLANK (USPTO)

mu way however, when a throttle opening increases above to some extent, as a drawing 8 destructive line shows / a throttle opening] rapidly is shown. So, while the artificer of this invention notes that presumption of road surface coefficient of friction is attained from the relation of the throttle opening and wheel acceleration which were mentioned above, he is checking that it is effective to use the maximum of wheel acceleration and the maximum throttle opening which shows the situation of treading in of an accelerator pedal to accuracy for the presumption. So, he is trying to detect the not a throttle opening but maximum throttle opening mentioned above in the event of the maximum of wheel acceleration being outputted in the detector of drawing 2 .

[0031] mu judging map of drawing 7 used the throttle opening-wheel acceleration property according to the road surface mu of drawing 8 as the base, was created, and, specifically, has classified the high mu field and the low mu field based on the maximum throttle opening and wheel acceleration maximum. Among drawing 7 , a high mu field and a low mu field perform hatching, and are shown. By a high mu field showing the field where the maximum of wheel acceleration is comparatively small, even if the maximum throttle opening is large, although a low mu field has the comparatively small maximum throttle opening to a bookmark and reverse, the field where the maximum of wheel acceleration is high is shown in them. Therefore, if the point specified at the maximum of the maximum throttle opening and wheel acceleration goes into a high mu field, it can judge with the road surface coefficient of friction being high, on the other hand if the specifying point goes into a low mu field, it can judge with the road surface coefficient of friction being low.

[0032] In a high mu field as shown in mu judging map of drawing 7 However, a field part with the maximum throttle opening smaller than the predetermined value A_m , Moreover, a field part with the maximum of wheel acceleration smaller than the predetermined value A_{wm} , i.e., the field part which sees at drawing 8 and a difference remarkable between a high mu way (FARUTO way in ASU) property and a low mu way (hardened snow way) property does not generate, is set up as an ambiguous field in the low mu field, respectively.

[0033] When judged with the point on mu judging map specified from the wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening which were inputted with the judgment block 30 being in any of a high mu field, an ambiguous high mu field, a low mu field, and an ambiguous low mu field they are, mu decision value which shows the field is outputted from the judgment block 30. When close is in neither of the field of the above [the point determined from wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening] on the other hand (i.e., when the field is not pinpointed), there is no output of mu decision value from the judgment block 30.

[0034] In addition, it cannot be overemphasized that the reference value, A_{w1} – A_{w5} , which defines the boundary of each field of drawing 7 and A_1 – A_4 are appropriately set up on a known high mu way and a known low mu way based on the data of the wheel acceleration maximum measured, respectively and the maximum throttle opening, respectively at the time of start of a actual car. [i.e.,] Moreover, the value of $A_m A_{wm}$ which is the boundary value of each ambiguous field is set as the upper limit of the maximum throttle opening to which the judgment of whether the road surface is a high mu way or to be a low mu way becomes difficult only from the relation between the maximum throttle opening and wheel acceleration maximum, and wheel acceleration maximum, respectively at the time of start of a car.

[0035] mu decision value outputted from the judgment block 30 can be supplied to the vehicle speed filter 34 through a switch 32. If mu decision value is outputted from the judgment block 30, a switch 32 is switched from the location of a graphic display, and permits passage of the mu decision value. On the other hand, if mu decision value is not outputted from the judgment block 30 as mentioned above, a switch 32 is in the change-over location of a graphic display, and "it is unknown" as a mu decision value is supplied to the vehicle speed filter 34 from a switch 32 in this case.

[0036] Only when it is distinguished whether the vehicle speed of a car is larger than constant value (for example, 7 km/h) and this condition is filled with the vehicle speed filter 34, the vehicle speed filter 34 makes mu decision value effective, and permits that passage. On the other hand, when conditions are not fulfilled, mu decision value does not pass the vehicle speed

THIS PAGE BLANK (USPTO)

filter 34, and "it is unknown" is outputted as a mu decision value from a vehicle speed filter in this case.

[0037] The following ABS filter 36 does not permit passage of mu decision value, either, when ABS (anti-skid braking system) of a car is operating similarly, but the ABS filter 36 outputs "it is unknown" as a mu decision value. After passing each filters 34 and 36 mentioned above, mu decision value is supplied to the following mu judging counter 38.

[0038] The presumed circuit shown in drawing 6 decides and outputs the presumed road surface mu eventually from the high mu degree and low mu degree of road surface coefficient of friction. That is, mu decision value outputted from the judgment block 30 is supplied to mu judging counter 38 after start of a car. In mu judging counter 38, whenever a car departs, it is based on mu decision value (any high [mu], ambiguous high [mu], ambiguous low [mu], and low [mu] are they?) which receives the supply, and it determines or fluctuates and whenever [height / of coefficient of friction of a transit road surface], and, i.e., a high mu degree, a low mu degree output the result to a limiter 42.

[0039] In more detail, with mu judging counter 38, according to the classification of mu decision value, a high mu degree and a low mu degree are determined, respectively, or increase and decrease of a count of increase and decrease of the value are carried out for every the high mu degree and low mu degree, respectively. The upper limit and lower limit of a high mu degree and a low mu degree are set to the following limiter 42, respectively, and a limiter 42 restricts to it the high mu degree and low mu degree which were fluctuated with mu judging counter 42 within the limits of the upper limit and a lower limit, respectively.

[0040] Moreover, while the high mu degree and low mu degree which were outputted through the limiter 42 from mu judging counter 38 are held at the sampling operator 44, respectively, they are supplied to the presumed block 46 mentioned later. Here, the sampling operator 44 will supply a value to mu judging counter 38 the high mu degree currently held and low mu degrees, i.e., last time [those], if a car departs next time and new mu decision value is inputted into mu judging counter 38 after that. Therefore, when increase and decrease of a count of the increase and decrease of the value for every high mu degree and low mu degree are carried out with mu judging counter 38, respectively, increase and decrease of a value will be added or subtracted to the last value of a high mu degree and a low mu degree, respectively.

[0041] The increase and decrease of a value to the decision value of the high mu degree set up for every classification of mu decision value and a low mu degree and the last value of a high mu degree and a low mu degree are shown in the following table 1, respectively.

[0042]

[A table 1]

μ 判定値	高 μ 度合の決定値 又は増減値	低 μ 度合の決定値 又は増減値
高 μ	前回値をリセットして 5 に決定	前回値をリセット (= 0)
曖昧高 μ	+ 1	- 1
曖昧低 μ	- 1	+ 1
低 μ	前回値をリセット (= 0)	前回値をリセットして 5 に決定
不 明	± 0	± 0

[0043] With mu judging counter 38, if "high [mu]" is inputted as a mu decision value, the last value of a high mu degree will be reset, and a high mu degree will newly be determined as 5, so that clearly from a table 1. On the other hand, the last value of a low mu degree is only reset, and the low mu degree is determined as 0. Therefore, the decision value of a high mu degree is set to 5 in this case, and the decision value of a low mu degree is set to 0.

[0044] When mu decision value is "ambiguous high [mu]", as for a high mu degree, an aggregate value 1 is applied to a value last time [the]. On the other hand, as for a low mu degree, the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

subtraction value 1 is subtracted from a value last time [the]. A high mu degree and a low mu degree are similarly fluctuated about mu decision value "the ambiguous low one mu" for the increase and decrease only of a value shown in a table 1. Moreover, a high mu degree and a low mu degree are determined also about mu decision value "low [mu]", respectively. In addition, when mu decision value is "unknown", a high mu degree and a low mu degree are not determined or fluctuated, but a high mu degree and a low mu degree are maintained by the value last time [each].

[0045] Thus, if a high mu degree and a low mu degree are computed with mu judging counter 38, a these high mu degree and a low mu degree will be supplied to the definite block 46 through the following limiter 42. At this time, by the limiter 42, the high mu degree and low mu degree which were outputted from mu judging counter 38 restrict a high mu degree and a low mu degree to the minimum value 0, when respectively smaller than 0, and a limiter 42 outputs.

[0046] Reference of drawing 9 shows mu decision value for every start of a car, and the timing diagram showing time amount transition of the high mu degree outputted through a limiter 42 from mu judging counter 38, and a low mu degree. Now, when a car departs first (the 1st time), road surface coefficient-of-friction presumption equipment starts detection of wheel acceleration, a throttle opening, wheel acceleration maximum, and the maximum throttle opening, as shown in drawing 1 and drawing 2.

[0047] In the judgment block 30 of the presumed circuit shown in drawing 6, mu decision value is determined by the map based on wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening. As mu decision value of the 1st start is shown in drawing 9, when unknown ["unknown"] at this time, in mu judging counter 38, both the high mu degree and the low mu degree are maintained in a value and this case last time with initial value 0.

[0048] If a car departs next time (the 2nd time) and mu decision value serves as "the ambiguous high one mu", as a result of, as for a high mu degree, increasing only an aggregate value 1 in this case, the value of a high mu degree will be set to 1. On the other hand, only the subtraction value 1 is subtracted and a low mu degree becomes small from 0. However, since a limiter 42 restricts the value of a low mu degree to the minimum value 0 as mentioned above, the high mu degree and low mu degree which are outputted from a limiter 42 in this case are set to 1 and 0, respectively.

[0049] And after this, a car repeats start, as shown in drawing 9 in the meantime, as for the high mu degree, that value is increased by every [1 / +] with mu judging counter 38 as mu decision value of all is "ambiguous high [mu]", and the value of a high mu degree amounts to 5 in the 6th start. In the definite block 46, if the value of the supplied high mu degree amounts to 5, Presumption mu will be decided and outputted to "high [mu]." In addition, when the value amounts to 5 similarly about a low mu degree, Presumption mu is decided and outputted to "low [mu]." Thus, if it is in the situation that mu decision value serves as "the ambiguous high one mu" or "the ambiguous low one mu", by repeating and calculating the mu decision value, he is trying to decide Presumption mu to high ["high / mu /"] or low ["low / mu /"], and the road surface mu can be presumed to accuracy.

[0050] On the other hand, the point determined in wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening gets down from close to the high mu field or low mu field of drawing 7 thoroughly, and since both a high mu degree and a low mu degree are determined that that mu decision value is high ["high / mu /"] or low ["low / mu /"] by 5, by the definite block 46, Presumption mu is promptly decided as high ["high / mu /"] or low ["low / mu /"] in this case. Thus, the result decided with the definite block 46 brings a presumed result of final road surface coefficient of friction by road surface coefficient-of-friction presumption equipment.

[0051] In addition, once Presumption mu is decided as high ["high / mu /"] or low ["low / mu /"] with the definite block 46 as mentioned above, the last value of the high mu degree supplied by the sampling operator 44 at the time of next start and a low mu degree will be reset by 0, respectively. And mu judging counter 38 newly counts a high mu degree and a low mu degree from the time of next start in the procedure mentioned above, respectively.

[0052] Then, if a car runs a certain amount of distance, a road surface situation changes and mu decision value serves as "the ambiguous low one mu" at the 1st start N, only an aggregate value

THIS PAGE BLANK (USPTO)

+1 will be increased from 0, and the value of a low μ degree will be set to 1. In addition, although, as for a high μ degree, only the subtraction value -1 is subtracted from 0, the value is restricted to the minimum value 0 by the limiter 42. In this case, Presumption μ is decided by neither "high [μ]" nor low ["low / μ / "] in the definite block 46.

[0053] If μ decision value serves as "low [μ]" at the 2nd next start N and a low μ degree is determined as 5, by the definite block 44, Presumption μ will be decided as "low [μ]" in this case. According to the road surface coefficient-of-friction presumption equipment of the example mentioned above, since the property between a throttle opening and wheel acceleration appears notably according to a road surface μ the cases at the time of start of a car etc., based on the wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening at the time of start, road surface coefficient of friction can be judged to easy and accuracy. Therefore, when a car starts transit, road surface coefficient of friction can be presumed at an early stage from from.

[0054] Moreover, both wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening are small, and since Presumption μ is decided from the presumed result of multiple times (for example, 5 times or more) when it is in the ambiguous situation that road surface coefficient of friction cannot be presumed to accuracy based on these, road surface coefficient of friction can be presumed to accuracy also in this case. this invention can be carried out by deforming into versatility, without being restrained by the example mentioned above. Detection of the wheel acceleration maximum mentioned above and the maximum throttle opening is not restrained only at the time of start of a car, and it detects wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening, respectively, and you may make it presume road surface coefficient of friction based on these in the state of start equivalent to start which is accelerated from the pole low-speed transit (for example, delay transit of 2 - 3 km/h extent) condition of a car. Even in this case, when both these wheels acceleration maximum and the maximum throttle opening are small, of course, a road surface μ can be decided from the presumed result of multiple times.

[0055] In addition, since a road surface μ can be presumed immediately after start of a car according to this road surface coefficient-of-friction presumption equipment, It displays on the display in which the presumed result of the obtained road surface μ was only prepared in the vehicle interior of a room. It not only tells an operator, but The equipment of others which were separately prepared in the car, for example, the turning control unit which performs yaw moment control and automatic deceleration control of a well-known car, Or it is also possible to raise further the efficiency of control by these cars behavior control unit by supplying the road surface μ presumed to car behavior control units which use a road surface μ for the control, such as ABS equipment and a traction control unit, at an early stage. Therefore, the information about the behavior of the car which changes depending on road surface coefficient of friction at the time of transit of a car, for example, about a slip of the wheel at the time of actuation, the slip angle at the time of turning, and the lock inclination of the wheel at the time of braking It becomes possible to predict without detecting these, and is based on these predicted information. With a well-known car behavior control unit Before it performs yaw moment control before it performs traction control before a slip of a wheel is generated at the time of actuation, or the undershirt steer or exaggerated steer of a car occurs at the time of turning, and a wheel serves as a lock inclination at the time of braking, it becomes possible to perform ABS control.

[0056]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the road surface coefficient-of-friction presumption equipment of claim 1, road surface coefficient of friction as which a property is determined from the maximum of these wheels acceleration and a throttle opening can be certainly presumed by specifying the wheel acceleration used as the presumed criteria of road surface coefficient of friction, and a throttle opening as maximum, respectively. Therefore, even if the driving force of a car is small like [at the time of start of a car], there is no possibility of carrying out the misjudgment law of the road surface coefficient of friction.

[0057] Moreover, since the flash maximum detected at the time of start of a car and the acceleration from low-speed transit is used, it is dramatically advantageous to the application to the attitude control technique of a car at the point that road surface coefficient of friction can

THIS PAGE BLANK (USPTO)

be presumed from from when a car starts transit, and the information on road surface coefficient of friction can be acquired at an early stage. Moreover, according to the road surface coefficient-of-friction presumption equipment of claim 2, even if the relation of the maximum of wheel acceleration and a throttle opening is the road surface which does not appear notably, the road surface coefficient of friction can be presumed, and the dependability of presumed road surface coefficient of friction can be raised further.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a block diagram for explaining the procedure of detecting wheel acceleration and a throttle opening.

[Drawing 2] It is a block diagram showing the configuration of the detector which outputs wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening.

[Drawing 3] It is a graph for explaining the detection stage of wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening.

[Drawing 4] It is a graph for explaining the detection stage of wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening.

[Drawing 5] It is a graph for explaining the detection stage of wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening.

[Drawing 6] It is a block diagram showing the configuration of the presumed circuit which presumes road surface coefficient of friction.

[Drawing 7] It is map drawing for judging road surface coefficient of friction from wheel acceleration maximum and the maximum throttle opening.

[Drawing 8] It is drawing having shown the relation between a throttle opening and wheel acceleration.

[Drawing 9] It is a timing diagram for explaining the value of the high μ degree which changes according to the classification of μ decision value, and a low μ degree.

[Description of Notations]

2 Wheel Speed Sensor

4 Throttle Opening Sensor

10 Detection Block

12 Operation Block

14 Judgment Block

16 Judgment Block

18a, 18b Switch

20a, 20b Switch

30 Judgment Block

38 μ Judging Counter

44 Definite Block

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-299529

(43) 公開日 平成10年(1998)11月10日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

F 0 2 D 29/02

3 1 1

F 0 2 D 29/02

3 1 1 A

G 0 1 N 19/02

G 0 1 N 19/02

B

G 0 6 F 17/00

G 0 6 F 15/20

F

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平9-111335

(22) 出願日

平成9年(1997)4月28日

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区芝五丁目33番8号

(72) 発明者 横島 克彦

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

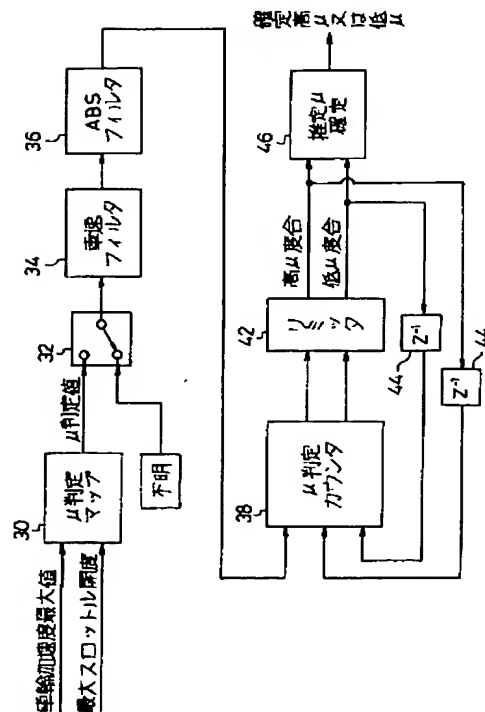
(74) 代理人 弁理士 長門 侃二

(54) 【発明の名称】 路面摩擦係数推定装置

(57) 【要約】

【課題】 検出した車輪加速度から路面摩擦係数を確実に推定することができ、しかも、推定した路面摩擦係数の信頼性を確保できる路面摩擦係数推定装置を提供する。

【解決手段】 自動車に適用された路面摩擦係数推定装置は、検出した駆動輪の車輪速から車輪加速度を演算し、判定ブロック30にて車輪加速度の最大値と検出した最大スロットル開度に基づき μ 判定値をマップにより判定する。確定ブロック46では、 μ 判定値から決定される高 μ 度合又は低 μ 度合に基づき推定 μ を確定する。なお、 μ 判定値が曖昧な値であれば、 μ 判定カウンタ38では高 μ 度合又は低 μ 度合の値が増減され、複数回連続して同一の曖昧値が入力されて高 μ 度合又は低 μ 度合の値がそれぞれ5に達すると、確定ブロック46にて推定 μ が確定され、最終的な推定結果が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車輪速を検出して出力する車輪速検出手段と、

前記車輪速から車輪加速度を演算する車輪加速度演算手段と、

前記車輪加速度演算手段にて演算した車輪加速度の最大値を検出して出力する車輪加速度最大値出力手段と、
車両のスロットル開度を検出して出力するスロットル開度検出手段と、

前記車両が発進時を含む発進状態にあつて、前記車輪加速度最大値出力手段から前記車輪加速度の最大値が出力されたとき、この出力時点にて、前記スロットル開度検出手段にて検出したスロットル開度に最大値が既にある場合にはその最大値を、前記最大値が存在しない場合には前記出力時点にて検出したスロットル開度を最大スロットル開度として出力する最大スロットル開度検出手段と、

前記車輪加速度の最大値及び前記最大スロットル開度に基づき路面摩擦係数を推定する推定手段とを具備したことを特徴とする路面摩擦係数推定装置。

【請求項2】 前記推定手段は、前記車輪加速度の最大値と前記最大スロットル開度が前記路面摩擦係数を推定する上で曖昧な領域にあるときには、その推定を複数回繰り返し、最終的に路面摩擦係数を推定することを特徴とする請求項1に記載の路面摩擦係数推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、車両が走行する路面の摩擦係数を推定して、路面の状況を的確に把握することができる路面摩擦係数推定装置に関する。

【0002】

【関連する背景技術】この種の路面摩擦係数推定装置に関連する一例として、特開平4-55158号公報には、車両が発進時、路面摩擦係数を推定して駆動輪のスリップを防止する車両のトラクション制御装置が開示されている。この公知のトラクション制御装置にあつては、車両が発進時、駆動輪にスリップが生じた際、検出した駆動輪の加速度が所定値以上となると、エンジンの出力状態に基づいて路面摩擦係数を推定するものとなっている。また、このトラクション制御装置では、推定した路面摩擦係数からトラクション制御のための目標スリップ値が設定され、この目標スリップ値に基づいて駆動輪のスリップが制御される。

【0003】従つて、このトラクション制御装置によれば、車両が発進時、駆動力に対する車輪のスリップ量から、路面と車輪の間における摩擦係数を正しく算出することができるものと考えられる。また、このトラクション制御装置によれば、算出した路面の摩擦係数に応じてエンジンの出力及び制動力が適切に制御され、車両の駆動力が過大とならないように考慮されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した公知のトラクション制御装置にあつては、駆動輪の加速度が所定値以上にならないと路面摩擦係数の推定が行われないため、比較的小さい駆動力で車両が発進する場合、駆動輪に発生するスリップ量もまた小さく、このような状況では、路面摩擦係数の推定が確実に行われるとはいえない。

【0005】この発明は上述した事情に基づいてなされたもので、その目的とするところは、車輪のスリップ量にかかわらず確実に路面摩擦係数を推定することができ、しかも、推定した路面摩擦係数の信頼性を確保できる路面摩擦係数推定装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、請求項1の路面摩擦係数推定装置は、車輪速を検出して出力する車輪速検出手段と、車輪速から車輪加速度を演算する車輪加速度演算手段と、車輪加速度演算手段にて演算した車輪加速度の最大値を検出して出力する車輪加速度最大値出力手段と、車両のスロットル開度を検出して出力するスロットル開度検出手段と、車両が発進時を含む発進状態にあつて、車輪加速度最大値出力手段から車輪加速度の最大値が出力されたとき、この出力時点にて、スロットル開度検出手段にて検出したスロットル開度に最大値が既にある場合にはその最大値を、その最大値が存在しない場合には出力時点にて検出したスロットル開度を最大スロットル開度として出力する最大スロットル開度検出手段と、車輪加速度の最大値及び前記最大スロットル開度に基づき路面摩擦係数を推定する推定手段とを備えている。

【0007】請求項1の路面摩擦係数推定装置によれば、車両が発進時を含む実質的な発進状態にあるとき、車輪加速度の最大値及び最大スロットル開度がそれぞれ検出される。これら車輪加速度の最大値と最大スロットル開度とは車両の発進状態において、その路面摩擦係数に応じた特有の関係を有し、従つて、車輪加速度の最大値及び最大スロットル開度に基づき、路面摩擦係数の推定が可能となる。

【0008】また、請求項2における路面摩擦係数推定装置の推定手段は、前記車輪加速度の最大値と前記最大スロットル開度が前記路面摩擦係数を推定する上で曖昧な領域にあるときには、その推定を複数回繰り返し、最終的に路面摩擦係数を推定するものとなっている。この場合、推定された路面摩擦係数の信頼性が向上する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して路面摩擦係数推定装置の実施例について詳細に説明する。図1を参照すると、車輪加速度及びスロットル開度を出力するまでの処理手順がブロック図で示されている。この路面摩擦係数推定装置は、例えば自動車に適用されており、車

両の駆動輪には車輪の回転数、即ち、車輪速を検出する車輪速センサ2が設けられ、また、アクセルペダルにはペダルストロークからスロットル開度を検出するスロットル開度センサ4が設けられている。

【0010】これら車輪速センサ2及びスロットル開度センサ4からのセンサ信号は、先ず、入力処理ブロック6にてそれぞれ入力処理される。より詳しくは、車輪速センサ2からの回転数信号は、各駆動輪毎にその回転数から移動速度、つまり、車輪速への変換がなされ、各駆動輪の車輪速信号として出力される。また、スロットル開度センサ4からのスロットル開度信号は、A/D変換されて出力される。

【0011】次のフィルタ8では、入力処理済みの各センサ信号がフィルタ処理される。なお、ここでは再帰型の1次ローパスフィルタが使用されている。演算ブロック10では、各駆動輪の車輪速VWを微分演算処理することで、車輪加速度Afwが算出される。演算ブロック10から出力された車輪加速度Afwは、フィルタ12にて再びフィルタ処理が施される。

【0012】そして、フィルタ12にてフィルタ処理された車輪加速度Awは、フィルタ処理済みのスロットル開度Asと共に出力される。図2を参照すると、車輪加速度の最大値及び最大スロットル開度をそれぞれ検出して出力する検出回路の構成がブロック図で示されている。この検出回路では、入力される車輪加速度及びスロットル開度のうち、車輪加速度は、演算ブロック13にて全駆動輪の車輪加速度の平均値が算出された後、その平均値が車輪加速度Awとして判定ブロック14に供給されるようになっていいる。なお、スロットル開度Asは、そのまま判定ブロック16に供給される。そして、車輪加速度Aw及びスロットル開度Asは、これら判定ブロック14、16での処理が施された後、2つのスイッチ18a、20a及びスイッチ18b、20bをそれぞれ経て、後述する車輪加速度最大値及び最大スロットル開度としてそれぞれ出力されるものとなっている。

【0013】より詳しくは、検出された車輪加速度Aw及びスロットル開度Asは、共に一定の時間間隔において検出回路に順次入力される。それ故、この検出回路は、これら車輪加速度Aw及びスロットル開度Asの入力周期に同期して作動するようになっており、演算ブロック13、判定ブロック14、16、スイッチ18a、18b及びスイッチ20a、20bは、いずれも検出回路の1作動周期にそれぞれ1回ずつ作動するようになっていいる。つまり、演算ブロック13は、検出回路の作動周期毎に演算処理を行い、車輪加速度の平均値を判定ブロック14に毎回供給する。各判定ブロック14、16は、検出回路の作動周期毎に判定処理を行って、その結果を毎回出力する。また、スイッチ18a、18b及びスイッチ20a、20bでは、検出回路の作動周期毎に何れか一方の切換位置が毎回選択される。なお、各スイ

ッチ18a、18b及びスイッチ20a、20bは、それぞれオン又はオフ位置に切り換え可能となっている。

【0014】各サンプリングオペレータ22は、毎回の作動周期でのスイッチ18a、18bからの出力を読み込み、その出力を1作動周期の間保持する一方、次の作動周期の開始時、判定ブロック14、16に供給するようになっていいる。従って、判定ブロック14、16には、このようなサンプリングオペレータ22を介して前回のスイッチ18a、18bからの出力、つまり、判定ブロック14、16自身から出力された前回値が供給可能となっている。

【0015】車両の停車時、車輪加速度及びスロットル開度は共に検出されず、この場合、検出回路が作動中であっても、判定ブロック14、16には車輪加速度Aw(n)及びスロットル開度As(n)は入力されない。従って、各判定ブロック14、16における判定処理は実行されず、これら判定ブロック14、16から判定結果としての車輪加速度Awp(n)及びスロットル開度Asp(n)は出力されない。

【0016】判定ブロック14、16から出力がない場合、スイッチ18a、18bは図示の切換位置、つまり、オフの状態にある。従って、車両の停車時、スイッチ18a、18bから出力される初期値(=0)が、サンプリングオペレータ22に保持される。なお、この時点ではサンプリングオペレータ22に前回値が保持されていないので、サンプリングオペレータ22から判定ブロック14、16にその前回値が供給されることはない。

【0017】車両の停止状態にて、検出回路での次の作動周期では、サンプリングオペレータ22にて保持されていた前回値(=初期値)が前回車輪加速度Awp(n-1)及び前回スロットル開度Asp(n-1)として判定ブロック14、16にそれぞれ与えられる。この後、車両が発進して車輪加速度及びスロットル開度が検出されると、判定ブロック14、16には、車輪加速度Aw(n)及びスロットル開度As(n)がそれぞれ入力される。

【0018】このとき、判定ブロック14では、今回の車輪加速度Aw(n)と、前回車輪加速度Awp(n-1)(=初期値)とが比較される。この時点では、今回の車輪加速度Aw(n)は前回車輪加速度Awp(n-1)よりも大であるから、Aw(n) ≥ Awp(n-1)の判定条件が成立し、判定ブロック14での判定結果として出力される今回車輪加速度Awp(n)には、今回検出した車輪加速度Aw(n)の値が代入されている。

【0019】判定ブロック14からの判定結果、つまり、今回車輪加速度Awp(n)が出力されると、スイッチ18aの今回の切換位置にはオンの状態が選択され、スイッチ18aは図示の位置から切り換わることで、今回車輪加速度Aw(n)をスイッチ20aに出力する。また、スイッチ18aから出力される今回車輪加速度Awp(n)

の値は、次の作動周期までサンプリングオペレータ22に保持される。なお、判定ブロック18aから毎回の出力があるうちは、スイッチ18aは常にオン状態に維持される。

【0020】この後、検出された車輪加速度 $A_w(n)$ がサンプリングオペレータ22の出力である前回車輪加速度 $A_{wp}(n-1)$ と同じであるか又は前回車輪加速度 $A_{wp}(n-1)$ よりも大であると、判定ブロック14では $A_w(n) \geq A_{wp}(n-1)$ の判定条件が常時成立するので、判定ブロック14からはその検出した車輪加速度 $A_w(n)$ の値が今回車輪加速度 $A_{wp}(n)$ として出力される。従って、スイッチ20aには、この間検出した車輪加速度 $A_w(n)$ がスイッチ18aを経て新たに供給されることになる。

【0021】これに対し、この後、検出した車輪加速度 $A_w(n)$ が減少すると、判定ブロック14では $A_w(n) < A_{wp}(n-1)$ の判定条件が成立するので、判定ブロック14の出力である今回車輪加速度 $A_{wp}(n)$ には前回車輪加速度 $A_{wp}(n-1)$ の値が代入されることになる。つまり、判定ブロック14は、今回検出した車輪加速度 $A_w(n)$ の値が、前回出力した車輪加速度 $A_{wp}(n-1)$ の値以上であれば、その検出した車輪加速度 $A_w(n)$ の値を判定結果として出力し、今回検出した車輪加速度 $A_w(n)$ の値が前回出力した車輪加速度 $A_{wp}(n-1)$ よりも小であれば、前回出力した車輪加速度 $A_{wp}(n-1)$ の値をそのまま出力する。

【0022】この間、スイッチ18aは常時オンの状態であるので、スイッチ20aには、車両の発進後における車輪加速度 $A_w(n)$ の最初の最大値が保持となっている。一方、判定ブロック16でも同様に、今回のスロットル開度 $A_s(n)$ が入力されると、今回のスロットル開度 $A_s(n)$ と前回スロットル開度 $A_{sp}(n-1)$ とが比較され、 $A_s(n) \geq A_{sp}(n-1)$ の判定条件が成立したとき、判定ブロック16から今回スロットル開度 $A_{sp}(n)$ として今回検出したスロットル開度 $A_s(n)$ の値が出力される。これに対し、 $A_s(n) < A_{sp}(n-1)$ の判定条件が成立すれば、判定ブロック16から出力される今回スロットル開度 $A_{sp}(n)$ の値は、前回スロットル開度 $A_{sp}(n-1)$ となる。このように判定ブロック16から判定結果としてスロットル開度 $A_{sp}(n)$ が出力される状況にあっては、スイッチ18bは前述したスイッチ18aの場合と同様に図示の位置から切り換えられ、常にオンの状態に維持される結果、判定ブロック16からのスロットル開度 $A_{sp}(n)$ はスイッチ18bを経てスイッチ20bに供給され、このスイッチ20bには、車両の発進後における検出したスロットル開度 $A_s(n)$ の最初の最大値が保持可能となっている。

【0023】また、スイッチ18a、18bは、車両の停車時、つまり、判定ブロック14、16から判定結果の出力がないときのみならず、リセット信号の供給を受けて図示のオフ位置にそれぞれ強制的に戻されるようになっており、そのリセット信号は、OR回路24から出

力される。OR回路はその入力条件の何れかが満たされたときにリセット信号をスイッチ18a、18bにそれぞれ供給するようになっている。ここで、OR回路24の入力条件とは、ハンドル角 T_a の絶対値が 5° を超えているか否か、車両に発生する横加速度 G_Y の絶対値が重力加速度の0.15倍を超えているか否か、そして、車両の駆動力 F_x が0以下であるか否かの3つの条件である。上述した入力条件の何れかが満たされる状況にあっては、後述する路面摩擦係数の推定が不能であるため、その状況にあっては、その間スイッチ18a、18bを図示の切換位置に戻すことで、路面摩擦係数の推定に使用される車輪加速度の最大値及び最大スロットル開度の検出自体を中止する。なお、このような状況から上述したOR回路24の入力条件がいずれも満たされなくなれば、スイッチ18a、18bは前述した判定ブロック14、16からの出力の有無に基づいて切り換えられる。

【0024】一方、スイッチ20a、20bは、判定ブロック26からの切換信号の供給を受けて図示の位置から切り換えられ、この切換時点にて、現在保持している車輪加速度 $A_{wp}(n)$ 及びスロットル開度 $A_{sp}(n)$ を車輪加速度最大値及び最大スロットル開度としてそれぞれ出力する。より詳しくは、判定ブロック26には、今回検出した車輪加速度 $A_w(n)$ 及び前回車輪加速度 $A_{wp}(n-1)$ が供給されており、ここでは、今回の車輪加速度 $A_w(n)$ と、前回車輪加速度 $A_{wp}(n-1)$ とが比較され、今回の車輪加速度 $A_w(n)$ が前回車輪加速度 $A_{wp}(n-1)$ から0.5%以上低下したとき、つまり、 $A_w(n) \leq A_{wp}(n-1) \cdot (1 - 5/1000)$ の判定条件が成立したとき、判定ブロック26からスイッチ20a、20bに切換信号がそれぞれ出力される。スイッチ20a、20bは、判定ブロック26から切換信号を受け取ったとき、図示の位置から切り換えられる。

【0025】次に、図3から図5を参照すると、車両の発進時、アクセルペダルの種々の踏み込み形態に対するスロットル開度の時間変化がそれぞれ示されている。先ず、図3には、アクセルペダルが一定の割合で踏み込まれている状況での、車輪加速度における時間変化の一例が示されており、ここでは、時刻 T_1 にて車輪加速度のピークが発生している。なお、図3に示されるようなアクセルペダルの踏み込みに対する車輪加速度の上昇は、発進時における車輪の空転による見かけ上の車輪加速度の上昇、つまり、車輪のスリップ量の増加を示している。この後、スロットル開度が更に上昇しても車輪加速度は次第に減少しており、これは、タイヤがグリップを徐々に回復し、車輪のスリップもまた徐々に減少していることを示している。図3の車輪加速度変化特性の場合、図2に示される判定回路26からは時刻 T_1 と略同時刻に切換信号が出力され、スイッチ20a、20bがそれぞれ切り換えられる。この結果、スイッチ20aからは保持している車輪加速度 $A_{wp}(n)$ が車輪加速度最大

値 A_{w1} として出力され、一方、スイッチ20bからはその時点でのスロットル開度 $A_{sp}(n)$ が最大スロットル開度 A_{s1} として出力される。

【0026】次に、図4を参照すると、アクセルペダルが一定の割合で踏み込まれた後、その踏み込みに維持される状況での、車輪加速度における時間変化の一例が示されている。ここでは、スロットル開度がピークを迎えた時刻 $T2$ と、略同時刻に車輪加速度にもピークが発生している。このような車輪加速度の変化特性にあっては、車輪加速度がピークに達した後、スロットル開度は一定に保持されるため、タイヤのスリップが抑えられて、そのグリップが回復していることを示している。この場合、図2の判定回路26からは時刻 $T2$ と略同時刻に切換信号が出力され、スイッチ20a、20bが切り換えられる。従って、この場合にも、スイッチ20a、bからは保持している車輪加速度 $A_{wp}(n)$ が車輪加速度最大値 A_{w2} として出力され、一方、スイッチ20bからはその時点でのスロットル開度 $A_{sp}(n)$ が最大スロットル開度 A_{s2} として出力される。

【0027】そして、図5を参照すると、アクセルペダルが一旦踏み込まれてから、その踏み込みがある程度戻された状況での、車輪加速度における時間変化の一例が示されている。ここでは、スロットル開度のピーク時刻と車輪加速度のピーク時刻との間にずれ、つまり、時間差が生じている。これは、アクセルペダルの踏み込みに対して駆動力の立ち上がりが遅れており、このため、車輪加速度のピークもまた遅れて発生することを示している。この場合、図2に示される判定ブロック26は時刻 $T3$ と略同時刻にて切換信号を出力し、スイッチ20a、20bをそれぞれ切り換える。この場合、スイッチ20aは保持していた車輪加速度 $A_{wp}(n)$ を車輪加速度最大値 A_{w3} として出力し、一方、スイッチ20bは、その時点でのスロットル開度 A_{s3} ではなく、時刻 $T3$ 以前の時刻 $T4$ にて得られたスロットル開度 $A_{sp}(n)$ を最大スロットル開度 A_{s4} として出力する。

【0028】以上のように図2に示される検出回路は、アクセルペダルの踏み込み形態に拘わらず、車両の発進後、車輪加速度の最大値が検出された時点にて車輪加速度最大値が出力されると同時に、この時点にてスロットル開度に最大値が既に存在する場合にはその最大値が出力され、スロットル開度に最大値が存在しない場合にはこの時点でのスロットル開度が出力される。つまり、最大スロットル開度の出力では、車両の発進から車輪加速度最大値の出力時点までの期間におけるスロットル開度の最大値が最大スロットル開度として出力されることになる。

【0029】図6を参照すると、検出回路から出力された車輪加速度最大値及び最大スロットル開度に基づいて、路面摩擦係数を推定する推定回路の構成がブロック図で示されている。まず、車輪加速度最大値及び最大ス

ロットル開度はそれぞれ判定ブロック30に入力される。判定ブロック30では、車輪加速度最大値及び最大スロットル開度が図7に示される μ 判定マップに照会されて、この μ 判定マップに基づき、路面摩擦係数の高低（高 μ 又は低 μ ）が判定される。

【0030】より詳しくは、例えば車両の発進時などの状況にあっては、スロットル開度と車輪加速度とはタイヤの摩擦特性との関係から路面 μ に固有の特性を示す。即ち、アスファルト路などの高 μ 路にあっては、図8中の実線で示すようにスロットル開度の増加にほぼ追従するようにして車輪加速度も増加する傾向にあるが、しかしながら、圧雪路などの低 μ 路にあっては、スロットル開度がある程度以上に増加すると、図8中破線で示すようにスロットル開度に対して車輪加速度は急激に増加する傾向を示す。それ故、本発明の発明者は上述したスロットル開度と車輪加速度との関係から路面摩擦係数の推定が可能となることに着目する一方、その推定には車輪加速度の最大値と、アクセルペダルの踏み込みの状況を正確に示す最大スロットル開度とを使用することが有効であることを確認している。それ故、図2の検出回路では、車輪加速度の最大値が出力される時点でのスロットル開度ではなく、前述した最大スロットル開度を検出するようにしている。

【0031】具体的には、図7の μ 判定マップは図8の路面 μ に応じたスロットル開度－車輪加速度特性をベースにして作成され、最大スロットル開度と車輪加速度最大値に基づき高 μ 領域及び低 μ 領域を区分している。図7中、高 μ 領域及び低 μ 領域はハッチングを施して示されている。高 μ 領域は、最大スロットル開度が大きくても車輪加速度の最大値が比較的小さい領域を示してしおり、逆に、低 μ 領域は、最大スロットル開度が比較的小さいにも拘わらず、車輪加速度の最大値が高い領域を示している。従って、最大スロットル開度と車輪加速度の最大値にて特定される点が高 μ 領域に入れば、その路面摩擦係数は高いと判定でき、これに対し、その特定点が低 μ 領域に入ればその路面摩擦係数は低いと判定することができる。

【0032】しかしながら、図7の μ 判定マップに示されているように高 μ 領域にて最大スロットル開度が所定値 A_m よりも小さい領域部分や、また、低 μ 領域にて車輪加速度の最大値が所定値 A_{wm} よりも小さい領域部分、つまり、図8でみて高 μ 路（アスファルト路）特性と低 μ 路（圧雪路）特性との間に顕著な相違が発生しない領域部分は曖昧領域としてそれぞれ設定されている。

【0033】判定ブロック30にて、入力された車輪加速度最大値及び最大スロットル開度から特定される μ 判定マップ上の点が高 μ 領域、曖昧高 μ 領域、低 μ 領域、曖昧低 μ 領域の何れかにあると判定された場合、その領域を示す μ 判定値が判定ブロック30から出力される。一方、車輪加速度最大値と最大スロットル開度から決定

される点が上記の領域の何れにも入っていない場合、即ち、その領域が特定されない場合、判定ブロック30からの μ 判定値の出力はない。

【0034】なお、図7の各領域の境界を定める基準値、つまり、Aw1～Aw5及びA1～A4は、実際の車両の発進時、既知の高 μ 路及び低 μ 路にてそれぞれ測定した車輪加速度最大値及び最大スロットル開度のデータに基づいてそれぞれ適切に設定されていることはいうまでもない。また、各曖昧領域の境界値であるAm、Awmの値は、車両の発進時、最大スロットル開度と車輪加速度最大値との関係のみからはその路面が高 μ 路であるか、又は、低 μ 路であるかの判定が困難となる最大スロットル開度及び車輪加速度最大値の上限値にそれぞれ設定されている。

【0035】判定ブロック30から出力された μ 判定値は、スイッチ32を介して車速フィルタ34に供給可能となっている。スイッチ32は、判定ブロック30から μ 判定値が出力されると、図示の位置から切り換えられ、その μ 判定値の通過を許容する。これに対し、上述のように判定ブロック30から μ 判定値が出力されなければ、スイッチ32は図示の切換位置にあり、この場合、スイッチ32からは μ 判定値としての「不明」が車速フィルタ34に供給される。

【0036】車速フィルタ34では、車両の車速が一定値（例えば7 km/h）より大きいかが判別され、この条件が満たされた場合のみ、車速フィルタ34は μ 判定値を有効なものとし、その通過を許容する。一方、条件が満たされない場合、 μ 判定値が車速フィルタ34を通過することはない、この場合、車速フィルタからは μ 判定値として「不明」が出力される。

【0037】次のABSフィルタ36でも同様に、車両のABS（アンチスキッドブレーキシステム）が作動している場合、ABSフィルタ36は μ 判定値の通過を許容せず、 μ 判定値として「不明」を出力する。上述した各フィルタ34、36を通過した後、 μ 判定値は次の μ 判定カウンタ38に供給される。

【0038】図6に示される推定回路は、路面摩擦係数の高 μ 度合い及び低 μ 度合いから最終的に推定路面 μ を確定して出力する。すなわち、車両の発進後、判定ブロック30から出力された μ 判定値は、 μ 判定カウンタ38に供給される。 μ 判定カウンタ38では、車両が発進する毎にその供給を受ける μ 判定値（高 μ 、曖昧高 μ 、曖昧低 μ 、低 μ の何れか）に基づいて、走行路面の摩擦係数の高低度、つまり、高 μ 度合い及び低 μ 度合いが決定又は増減され、その結果をリミッタ42に出力する。

【0039】より詳しくは、 μ 判定カウンタ38では、 μ 判定値の種別に応じて高 μ 度合い及び低 μ 度合いがそれぞれ決定されるか、又は、その高 μ 度合い及び低 μ 度合い毎に増減値がそれぞれ増減カウントされるようになっている。次のリミッタ42には、高 μ 度合い及び低 μ 度合いの上限値及び下限値がそれぞれ設定されており、リミッタ42は、 μ 判定カウンタ42にて増減された高 μ 度合い及び低 μ 度合いをその上限値及び下限値の範囲内にてそれぞれ制限するようになっている。

【0040】また、 μ 判定カウンタ38からリミッタ42を経て出力された高 μ 度合い及び低 μ 度合いは、それぞれサンプリングオペレータ44に保持される一方、後述する推定ブロック46に供給されるようになっている。ここで、サンプリングオペレータ44は、次回車両が発進して、その後に新たな μ 判定値が μ 判定カウンタ38に入力されると、保持していた高 μ 度合い及び低 μ 度合い、即ち、それらの前回値を μ 判定カウンタ38に供給する。従って、 μ 判定カウンタ38にて高 μ 度合い及び低 μ 度合い毎の増減値がそれぞれ増減カウントされるときには、高 μ 度合い及び低 μ 度合いの前回値に対して増減値がそれぞれ加算又は減算されることになる。

【0041】以下の表1には、 μ 判定値の種別毎に設定された高 μ 度合い及び低 μ 度合いの決定値と、高 μ 度合い及び低 μ 度合いの前回値に対する増減値がそれぞれ示されている。

【0042】

【表1】

μ 判定値	高 μ 度合いの決定値 又は増減値	低 μ 度合いの決定値 又は増減値
高 μ	前回値をリセットして 5に決定	前回値をリセット (=0)
曖昧高 μ	+1	-1
曖昧低 μ	-1	+1
低 μ	前回値をリセット (=0)	前回値をリセットして 5に決定
不 明	± 0	± 0

【0043】表1から明らかなように、 μ 判定カウンタ38では、 μ 判定値として「高 μ 」が入力されると、高 μ 度合いの前回値がリセットされ、そして、高 μ 度合いは新たに5に決定される。一方、低 μ 度合いの前回値は単にリ

セットされ、その低 μ 度合いは0に決定される。従って、この場合、高 μ 度合いの決定値は5となり、また、低 μ 度合いの決定値は0となる。

【0044】 μ 判定値が「曖昧高 μ 」の場合、高 μ 度合

はその前回値に加算値1が加えられる。これに対し、低 μ 度合はその前回値から減算値1が減算される。 μ 判定値「曖昧低 μ 」についても同様に、表1に示される増減値だけ高 μ 度合及び低 μ 度合が増減される。また、 μ 判定値「低 μ 」についても、高 μ 度合及び低 μ 度合がそれぞれ決定される。なお、 μ 判定値が「不明」のときは、高 μ 度合、低 μ 度合共に決定又は増減されず、高 μ 度合及び低 μ 度合はそれぞれの前回値に維持される。

【0045】このようにして μ 判定カウンタ38にて高 μ 度合及び低 μ 度合が算出されると、これら高 μ 度合及び低 μ 度合は、次のリミッタ42を経て確定ブロック46に供給される。このときリミッタ42では、 μ 判定カウンタ38から出力された高 μ 度合及び低 μ 度合がそれぞれ0より小さい場合、リミッタ42は高 μ 度合及び低 μ 度合を最小値0に制限して出力する。

【0046】図9を参照すると、車両の発進毎の μ 判定値と、 μ 判定カウンタ38からリミッタ42を経て出力される高 μ 度合及び低 μ 度合の時間推移を表したタイムチャートが示されている。いま、車両が最初に発進したとき（1回目）、路面摩擦係数推定装置は、図1及び図2に示されるように、車輪加速度及びスロットル開度、そして、車輪加速度最大値及び最大スロットル開度の検出を開始する。

【0047】図6に示される推定回路の判定ブロック30では、車輪加速度最大値及び最大スロットル開度に基づき μ 判定値がマップにより決定される。このとき、発進1回目の μ 判定値が図9に示されるように「不明」となっているとき、 μ 判定カウンタ38では、高 μ 度合、低 μ 度合は共に前回値、この場合、初期値0のまま維持されている。

【0048】次回車両が発進して（2回目）、 μ 判定値が「曖昧高 μ 」となると、この場合、高 μ 度合は加算値1だけ増加される結果、高 μ 度合の値は1となる。これに対し、低 μ 度合は減算値1だけ減算されて0より小さくなる。しかしながら、前述のようにリミッタ42は低 μ 度合の値を最小値0に制限するので、この場合、リミッタ42から出力される高 μ 度合及び低 μ 度合はそれぞれ1、0となる。

【0049】そして、この後、車両が発進を繰り返し、この間、図9に示されるように μ 判定値がいずれも「曖昧高 μ 」であると、 μ 判定カウンタ38にて、高 μ 度合はその値が+1ずつ増加されていき、発進6回目で高 μ 度合の値は5に達する。確定ブロック46では、供給された高 μ 度合の値が5に達すると、推定 μ を「高 μ 」に確定して出力する。なお、低 μ 度合についても同様に、その値が5に達したとき、推定 μ を「低 μ 」に確定して出力する。このように、 μ 判定値が「曖昧高 μ 」または「曖昧低 μ 」となる状況にあっては、その μ 判定値を繰り返して求めることで、推定 μ を「高 μ 」又は「低 μ 」に確定するようにしており、その路面 μ を正確に推定す

ることができる。

【0050】これに対して、車輪加速度最大値及び最大スロットル開度にて決定される点が図7の高 μ 領域又は低 μ 領域に完全に入っており、その μ 判定値が「高 μ 」又は「低 μ 」であると、高 μ 度合及び低 μ 度合は共に5に決定されることから、この場合、確定ブロック46では直ちに推定 μ を「高 μ 」又は「低 μ 」として確定する。このように、確定ブロック46にて確定された結果が、路面摩擦係数推定装置による最終的な路面摩擦係数の推定結果となる。

【0051】なお、上述のように確定ブロック46にて推定 μ が「高 μ 」又は「低 μ 」として一旦確定されると、次の発進時にサンプリングオペレータ44から供給される高 μ 度合及び低 μ 度合の前回値はそれぞれ0にリセットされる。そして、 μ 判定カウンタ38は、上述した手順で次の発進時から新たに高 μ 度合及び低 μ 度合をそれぞれカウントする。

【0052】この後、車両がある程度の距離を走行して路面状況が変化し、発進N1回目に μ 判定値が「曖昧低 μ 」となると、低 μ 度合の値は0から加算値+1だけ増加されて1となる。なお、高 μ 度合は0から減算値-1だけ減算されるが、リミッタ42によりその値は最小値0に制限される。この場合、確定ブロック46では推定 μ が「高 μ 」又は「低 μ 」の何れにも確定されない。

【0053】次の発進N2回目に μ 判定値が「低 μ 」となり、低 μ 度合が5に決定されると、この場合、確定ブロック44では推定 μ を「低 μ 」として確定する。上述した実施例の路面摩擦係数推定装置によれば、車両の発進時などの場合、スロットル開度と車輪加速度との間の特性は路面 μ に応じて顕著に現れることから、発進時の車輪加速度最大値と最大スロットル開度とに基づき路面摩擦係数を容易且つ正確に判定できる。従って、車両が走行を開始したときから早期に路面摩擦係数を推定することができる。

【0054】また、車輪加速度最大値及び最大スロットル開度が共に小さく、これらに基づき路面摩擦係数を正確に推定できないような曖昧な状況にあるときには、複数回（例えば5回以上）の推定結果から推定 μ を確定しているので、この場合にも、正確に路面摩擦係数を推定することができる。この発明は上述した実施例に制約されることなく、種々に変形して実施可能である。上述した車輪加速度最大値及び最大スロットル開度の検出は車両の発進時のみに制約されるものではなく、車両の極低速走行（例えば2～3 km/h程度の渋滞走行）状態から加速するような発進に相当する発進状態にて、車輪加速度最大値及び最大スロットル開度をそれぞれ検出し、これらに基づき路面摩擦係数を推定するようにしてもよい。この場合でも、これら車輪加速度最大値及び最大スロットル開度が共に小さいとき、複数回の推定結果から路面 μ を確定することができることはもちろんである。

【0055】なお、この路面摩擦係数推定装置によれば、車両の発進直後に路面 μ を推定することができるため、得られた路面 μ の推定結果を単に車室内に設けられたディスプレイ上に表示して運転者に知らせるだけでなく、車両に別途設けられたその他の装置、例えば、公知の車両のヨーモーメント制御や自動減速制御を実行する旋回制御装置、又はABS装置やトラクション制御装置等、その制御に路面 μ を使用する車両挙動制御装置に推定した路面 μ を早期に供給することで、これら車両挙動制御装置による制御の実効を更に高めることも可能である。従って、車両の走行時、路面摩擦係数に依存して変化する車両の挙動に関する情報、例えば、駆動時の車輪のスリップや旋回時のスリップ角、また、制動時の車輪のロック傾向等については、これらを検出することなく予測することが可能となり、予測したこれら情報に基づいて、公知の車両挙動制御装置により、駆動時に車輪のスリップが発生する前にトラクション制御を行ったり、旋回時に車両のアンダステア又はオーバステアが発生する前にヨーモーメント制御を行ったり、また、制動時に車輪がロック傾向となる前にABS制御を行うことが可能となる。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の路面摩擦係数推定装置によれば、路面摩擦係数の推定基準となる車輪加速度とスロットル開度をそれぞれ最大値に特定することで、これら車輪加速度及びスロットル開度の最大値から特性が決定される路面摩擦係数を確実に推定することができる。従って、車両の発進時のように車両の駆動力が小さくても、路面摩擦係数を誤判定する虞がない。

【0057】また、車両の発進時や低速走行からの加速時に検出される瞬間最大値を用いるので、車両が走行を開始したときから路面摩擦係数を推定することができ、早期に路面摩擦係数の情報を得ることができる点で車両の姿勢制御技術への応用に非常に有利である。また、請求項2の路面摩擦係数推定装置によれば、車輪加速度及

びスロットル開度の最大値の関係が顕著に現れない路面であっても、その路面摩擦係数を推定することができ、しかも、推定した路面摩擦係数の信頼性を更に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】車輪加速度及びスロットル開度を検出する手順を説明するためのブロック図である。

【図2】車輪加速度最大値及び最大スロットル開度を出力する検出回路の構成を表すブロック図である。

【図3】車輪加速度最大値及び最大スロットル開度の検出時期を説明するためのグラフである。

【図4】車輪加速度最大値及び最大スロットル開度の検出時期を説明するためのグラフである。

【図5】車輪加速度最大値及び最大スロットル開度の検出時期を説明するためのグラフである。

【図6】路面摩擦係数を推定する推定回路の構成を表すブロック図である。

【図7】車輪加速度最大値及び最大スロットル開度から路面摩擦係数を判定するためのマップ図である。

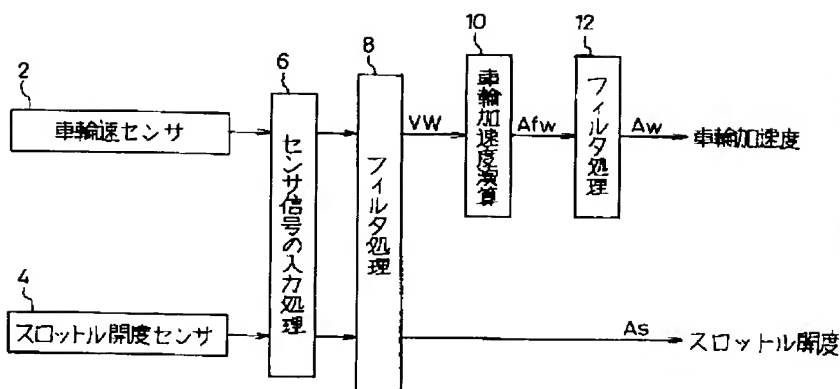
【図8】スロットル開度と車輪加速度との関係を示した図である。

【図9】 μ 判定値の種別に応じて変化する高 μ 度合及び低 μ 度合の値を説明するためのタイムチャートである。

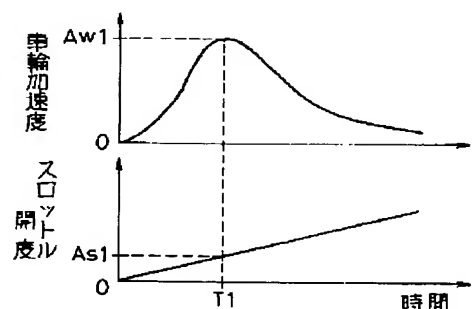
【符号の説明】

- 2 車輪速センサ
- 4 スロットル開度センサ
- 6 検出ブロック
- 8 演算ブロック
- 10 判定ブロック
- 12 判定ブロック
- 14 a, 14 b スイッチ
- 16 a, 16 b スイッチ
- 18 判定ブロック
- 20 μ 判定カウンタ
- 22 確定ブロック

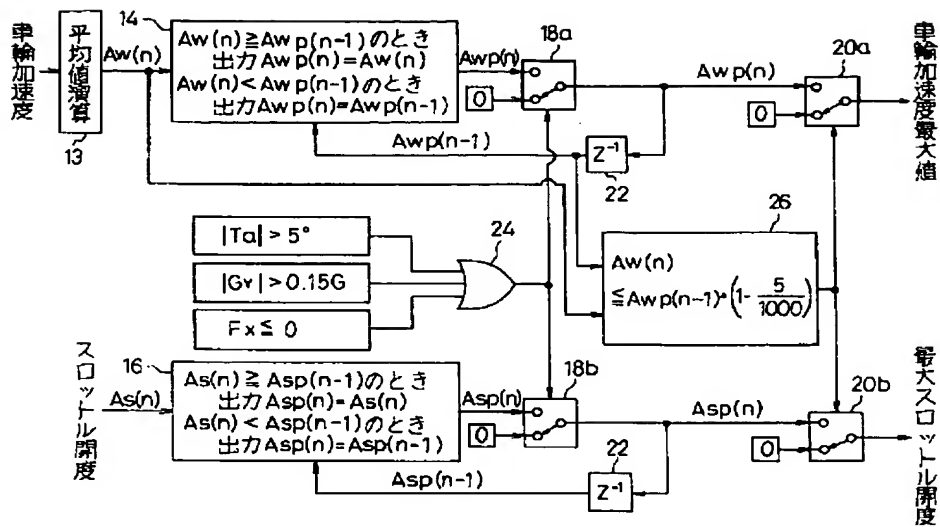
【図1】



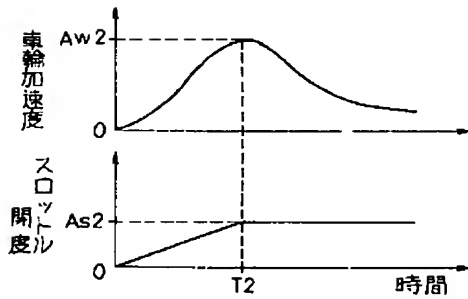
【図3】



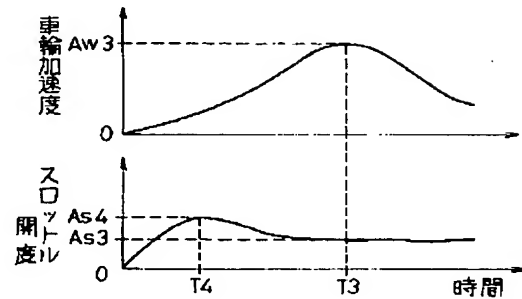
【図2】



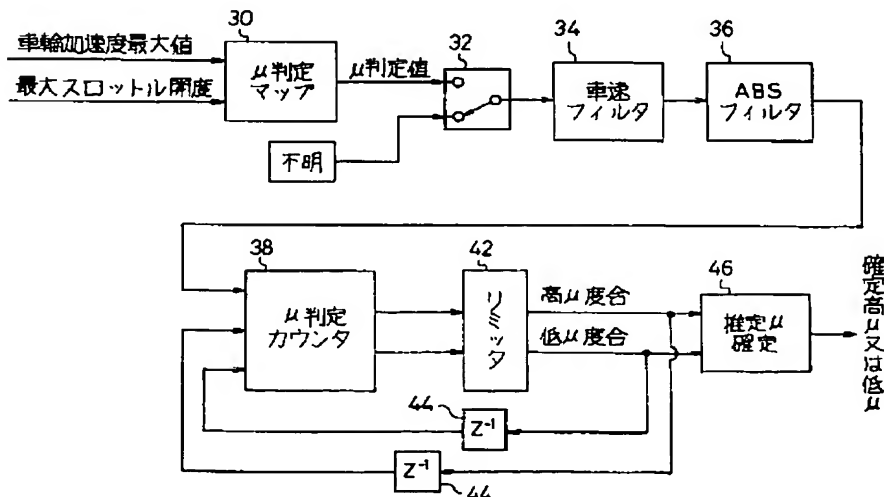
【図4】



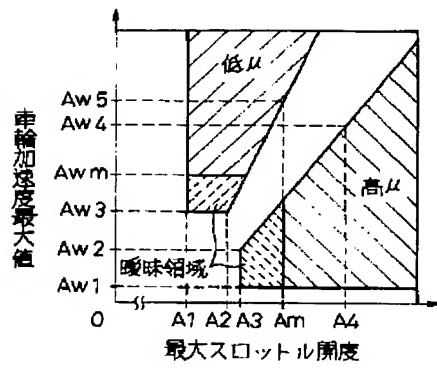
【図5】



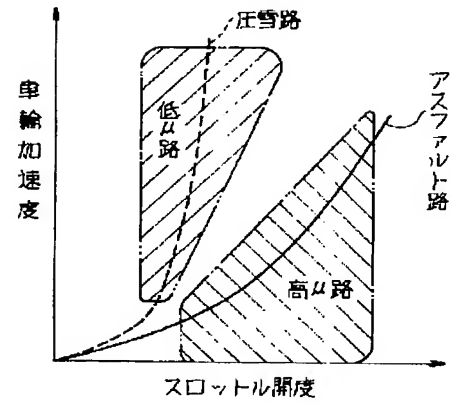
【図6】



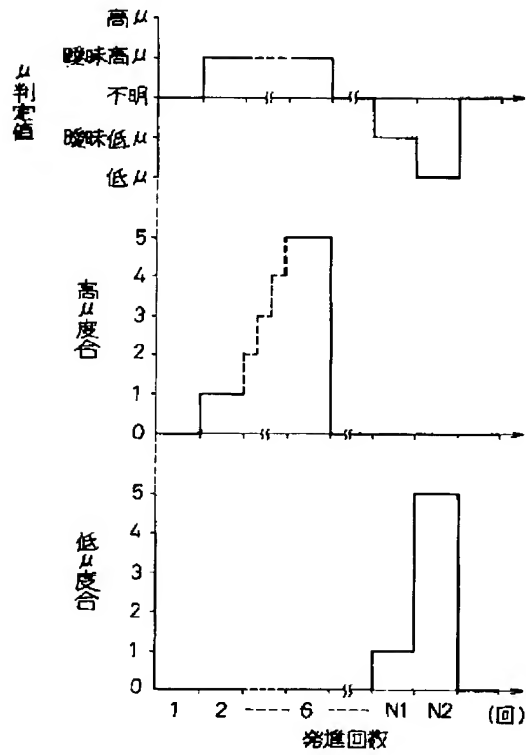
【図7】



【図8】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)